

末梢神経電気刺激の刺激時間の違いが皮質脊髄路の興奮性に与える影響

新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所

小丹晋一, 佐々木亮樹, 中川昌樹, 宮口翔太, 小島翔
大西秀明

【背景・目的】末梢神経への電気刺激により、皮質脊髄路の興奮性は可塑的に変化することが知られている。しかし、これまでの先行研究においては、20分以上の持続的な電気刺激を行った際の報告が主であり、短時間の末梢神経電気刺激を用いて皮質脊髄路の可塑的変化誘導法を検討したものは希少である。近年、我々は5秒間の末梢神経電気刺激を施行することで、皮質脊髄路の興奮性が一過性に増大することを明らかにした。しかし、この興奮性増大は介入時間に依存して変化するかどうかは明らかとなっていない。そこで本研究は末梢神経電気刺激の刺激時間に着目し、刺激時間の違いが皮質脊髄路の興奮性に与える影響について明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は同意が得られた健常成人18名 (22.8 ± 1.4 歳) であった。介入は末梢神経電気刺激とし、手関節部より右尺骨神経に対して、5秒間または10秒間の電気刺激を施行した(刺激頻度; 200 Hz, 刺激強度; 運動閾値の110%強度)。皮質脊髄路の興奮性の評価には、経頭蓋磁気刺激によって誘発される MEP を利用した。経頭蓋磁気刺激装置 Magstim200 および 8 の字コイルを使用し、TMS neuro navigation を基に左一次運動野手指領域に磁気刺激を行い、右第一背側骨格筋より MEP を記録した。磁気刺激強度は安静時に 1 mV の MEP が誘発される強度とし、刺激頻度は 0.2 Hz とした。MEP の計測は、5秒間の電気刺激条件においては、介入 60 秒前から 30 秒前 (Pre1), 30 秒前から介入直前 (Pre2), 介入終了直後から 30 秒後 (Post1), 30 秒後から 60 秒後 (Post2), 60 秒後から 90 秒後 (Post3), 90 秒後から 120 秒後 (Post4) まで、10秒間の電気刺激条件においては、上記に加えて 120 秒後から 150 秒後 (Post5), 150 秒後から 180 秒後 (Post6) までとし、各間隔 6 波形ずつ記録した。さらに、MEP 振幅の加算を行うために、3分以上休息を取り入れ後、合計 3 セット施行した。なお、各条件は別日に実施した。解析対象は介入前後の MEP 振幅とし、各間隔の最大および最小の波形を除いた 16 波形を加算平均し、peak to peak 値を算出した。各間隔より得られた MEP 振幅値の比較には多重比較による Bonferroni 法を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】末梢神経電気刺激前後に得られた MEP 振幅の結果を図 1, 2 に示す。5秒間の末梢神経電気刺激条件においては、Pre1, Pre2 に比べ、Post1, Post2, Post3 において MEP 振幅の有意な増大が認められた。10秒間の末梢神経電気刺激条件においては、Pre1, Pre2 に比べ、Post2, Post3, Post4,

Post5, Post6 において MEP 振幅の有意な増大が認められた。

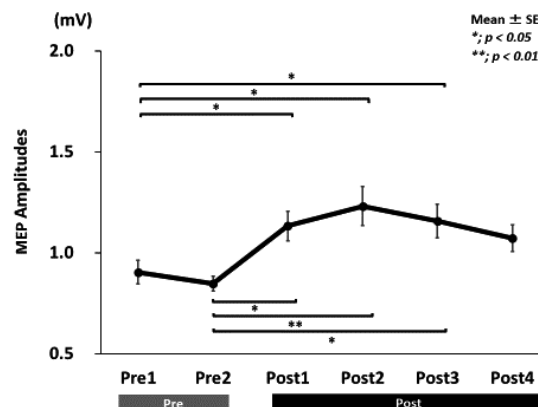


図 1. 5秒間の末梢神経電気刺激による MEP 振幅の変化

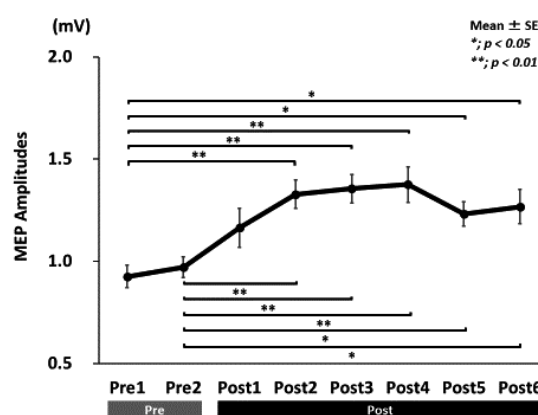


図 2. 10秒間の末梢神経電気刺激による MEP 振幅の変化

【考察】本実験より末梢神経電気刺激後に MEP 振幅は増大し、また電気刺激時間が増加するに伴い、MEP 振幅増大の持続効果延長することが明らかになった。先行研究より末梢神経電気刺激が皮質脊髄路の興奮性増大に作用する幾序のひとつに、皮質内におけるシナプス長期増強 (Long term potentiation: LTP) が挙げられる。Keller ら¹⁾ は、動物実験において一次運動野の興奮性シナプス後電位 (EPSP) を記録した際、体性感覚野に tetanic 刺激を 200 Hz の刺激頻度で 5秒間与えること LTP が誘発され、また刺激時間を延長させることにより LTP 持続効果がより増大することを報告している。このことから、本研究においても末梢神経電気刺激の刺激時間の増加に伴い、MEP 振幅増大の持続効果が延長したと考えられる。

【結論】末梢神経電気刺激の刺激時間の増加に伴い、皮質脊髄路の興奮性増大効果はより持続することが明らかとなった。

【文献】

1) Keller, A. Miyashita, E. Asanuma, H. : Minimal stimulus parameters and the effects of hyperpolarization on the induction of long-term potentiation in the cat motor cortex, Exp Brain Res, 87 : 295-302, 1991.